التنبؤ عن بعض معايير المحتوى المائي للتربة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد ونظام المعلومات الجغرافية*.

اياد حميد عباس
المركزالوطني لادارة الموارد المائية
وزارة الموارد المائية

احمد صالح محيميد
قسم علوم التربة والموارد المائية
كلية الزراعة / جامعة بغداد

المستخلص

يعد المحتوى المائي للتربة في الافق السطحي والمنطقة الجذرية مفتاحاً لمفاهيم زراعية وهيدرولوجية وبيئية متعددة، مما استقطب كثيرا" من الاهتمام لاجراء الدراسات المختلفة لمعرفة حالة تواجد الماء وكميته بوسائل متعددة. ولغرض معرفة امكانية الافادة من تقانات الاستشعار عن بعد في التحري عن معايير ماء التربة، فقد تمت دراسة العلاقة بين البيانات الاستشعارية للتابع الصناعي (لاندسات) ومن خلال المتحسس +ETM ، مع بعض هذه المعايير، اذ تم انتخاب عشر وحدات ترب متباينة الصفات من مشروع شمال الكوت لبناء نماذج احصائية تمكن من التنبؤ عن محتوى ماء التربة باستخدام تقانات الاستشعار عن بعد. بينت النتائج وجود علاقات مهمة احصائياً تربط كل من معايير النسبة الحجمية للماء الجاهز، النسبة الوزنية للماء الجاهز، نسبة التشبع، محتوى الرطوبة الحقلي في الافق السطحي من التربة مع البيانات الاستشعارية والتي على ضوئها تم بناء نماذج احصائية لغرض التنبؤ عن هذه المعايير، وقد بلغت قيم معاملات تحديدها (R^2): 0.986 و 0.989 و 1.000 و 0.962 لكل منها على الترتيب، في حين كانت قيم معاملات التحديد(R^2) لعلاقة تطابق القيم المتنبأ عنها مع القيم المقاسة حقليا": 0.923 و 0.889 و 0.998 و 0.946 لكل منها على الترتيب. ان هذه النتائج توضح امكانية استخدام البيانات الطيفية في التنبؤ عن حالة تواجد الماء في تربة الافق السطحي وذلك للتأثير المباشر لوجود الماء في كمية الطاقة الكهرومغناطيسية المنعكسة من قبل مكونات التربة وبالتالي اعطاء قيم متنبأة تكون مقاربة لواقع حالة رطوبة التربة في الحقل، والذي يمكن من انتاج خرائط رقمية ذات تغطية واسعة لمعايير رطوبة التربة يمكن التعامل بها مع البرامجيات الجيومكانية لاغراض الاستقراء الكمي وبناء العلاقات المختلفة لحالة الماء في منظومة التربة – النبات – الجو. لذا فأن هذه الدراسة ترى ان هناك فرصة جيدة لاعتماد تقانات الاستشعار عن بعد في متابعة التوزيع المكاني لمحتوى ماء التربة مع التأكيد على ضرورة دعم ذلك بعملية التحقق الارضي مع المعطيات الاستشعارية.

* البحث مستل من أطروحة دكتوراه للباحث الاول ayadhameed2222@yahoo.com

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences 42 (Special Issue):13-22,2011 Abbas& Muhaimeed

PREDICTION OF SOME SOIL WATER CONTENT PARAMETERS USING REMOTE SENSING & GIS TECHNIQUES

Ayad H. Abbas
National Center for Water Resources
Ministry of Water Resources

Ahmed S. Muhaimeed
Dept. of soil & water Resources
Collage of Agriculture,
Unvi. of Baghdad

ABSTRACT

Water content of the surface horizon & root zone is a main key for any agriculture, hydrological & environmental issues, for this reason, big concern has been dell with statues & amount of soil water by many different ways, which remote sensing technique is one of it. To know the possibility of using remote sensing to investigate soil water parameters, relationships between remote sensing data taken by landsat satellite (ETM+) and some soil water content parameters has been studied for ten soil units selected from north Kut project located at the left of Tigris river, which showed different soil status. The aim of this study was to build statistical models to predict some soil water content parameters using Remote Sensing & GIS techniques. The results showed that there were significant relationships between remote sensing data and the field data of each of available water "as volume θv & mass θm percentage", water saturation percentage θs and field soil moisture for the surface horizons of the tested sites with coefficient of determination (R2) values: 0.986; 0.989; 1.000 and 0.962 respectively. Fittings (R2) values for predicted and tested parameters were: 0.923; 0.889; 0.998; and 0.946 respectively which revealed that it is possible to use remote sensing data to predict soil water content parameters because of the direct effect of soil water on electromagnetic energy reflection from soil surface. Its a good chance to produce digital soil water content maps with high coverage area that can use in the geospatial software's to predict and build many water relations for the soil – plant – atmosphere continuum .

المقدمة:

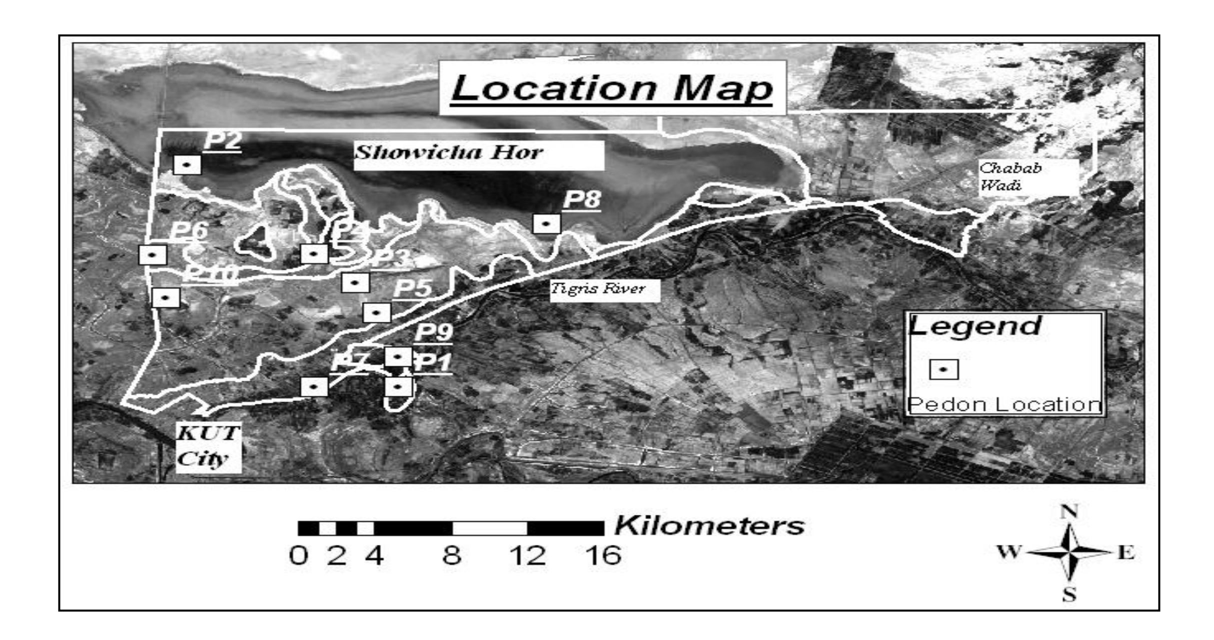
نظرا" لخطورة تضاؤل الموارد المائية في مناطق واسعة من العالم، وما تواجهه البشرية من تغايرات مناخية خطيرة، فقد برزت الحاجة الى استخ حالة الماء في التربة تتطلب التقدير الآني لمحتوى ماء التربة فضلاً عن توزيعه المكاني، مما دفع الى تنامي الدراسات الطيفية في هذا المجال لمواجهة العجز المائي، اذ اشار Starks & Jackson (18) الى ان ماء التربة يشكل فقط 0.0001% من الماء الكلي على الارض. كما ان كمية ماء التربة ضمن المنطقة الجذرية تعد مفتاحاً لمفاهيم زراعية وهيدرولوجية وبيئية متعددة.

ذكر Muller & Decamps (14) ان تأثير الرطوبة في الانعكاسية من الممكن ان يكون اعلى من تأثير اصناف التربة في الانعكاسية ، وقد حصلا على علاقة اسية تربط الانعكاسية والرطوبة عند استخدامهما بيانات طيفية فضائية. ذكر Alavi & Gossens (2) ان المحتوى الرطوبي للتربة يقلل من الانعكاسية الطيفية في كل من الجزءين المرئي والاحمر القريب NIR من الطيف الكهرومغناطيسي . قدر Bedidi et, al. (7) منحنيات الوصف الرطوبي لنماذج ترب متشابهة النسجة مع قياس الانعكاسية الطيفية عند الشدود المختلفة بالمدى الطيفي 440–770 مايكرومتر، وقد وجدوا ان لكل تربة منحنى استجابة طيفية للشدود الرطوبية خاص بها. كما ان زيادة المحتوى الرطوبي تؤدي الى قلة الانعكاسية. استطاع Bindish et, al. (8) من رسم خارطة يومية لرطوبة التربة من البيانات الفضائية الراديوية ، وقد وجدوا توافقاً بين القيم المقدرة لرطوبة التربة مع القيم المقاسة حقلياً. وجد Weidong et, al. (19) ان الانعكاسية النسبية ترتبط بشدة مع رطوبة التربة في سبع حزم طيفية استعملت في دراسة عشرة مواقع مختارة لتمثيل مدى واسع من تغايرات التربة. نجح Slaughter et, al. (17) من استعمال الانعكاسية ضمن المدى الطيفي 700–2500 نانومتر في تطوير معيار عالمي لتقدير المحتوى الرطوبي لنماذج التربة، ووجدوا ان افضل تقدير كان ضمن المدى 1400–2400 نانومتر، حيث ارتبطت مع المحتوى الرطوبي بمعامل تحديد بلغ 0.97 . وجد Lobell & Asner (12) علاقة اسية بين رطوبة اربع ترب مختلفة باستعمال المدى الطيفي 400–2500 نانومتر ، واقترحا ان الاطوال الموجية العالية افضل من الاطوال ضمن المدى المرئي والاحمر القريب في تقدير رطوبة التربة الحجمية. وذكرا اهمية ايجاد معامل تغير الانعكاسية بسبب رطوبة التربة ، الذي يفيد في الاستشعار عن بعد لصفات الاغطية الارضية المختلفة.

لذا فأن توجه هذه الدراسة قد انصب على امكانية بناء نماذج احصائية تربط العلاقة بين معايير المحتوى المائي للتربة مع بيانات الاستشعارعن بعد تفيد في التنبؤ عن رطوبة التربة بقيم كمية، فضلا" عن معرفة استمرارية وتوزيع هذه القيم مكانيا" في منطقة الدراسة من خلال المعطيات الاستشعارية والمتمثلة بالمرئيات متعددة الاطياف Multispectral Images.

المواد والطرائق:

انتخبت عشرة مواقع في مشروع شمال الكوت لتمثيل وحدات ترب مختلفة تتضمن حالة التباين في مكونات التربة وضمن مستوى الطور Phase التصنيفي حسب النظام الامريكي، اذ يعد هذا المستوى الاكثر تمثيلا" لارتباط صفات الافق السطحي مع المعطيات الاستشعارية المتاحة في العراق في الوقت الحاضر. وتبين المرئية الفضائية والخارطة الموقعية في شكل 1 منطقة الدراسة وتوزيع المواقع المنتخبة.



شكل1. خارطة موقعية لمنطقة الدراسة.

جدول 1. مواصفات وحدات الترب التي تضمنتها التجربة

Site	Geomorphol-ogic Unite	Sub group	Family	Surface Texture Class
P1	Point bar	Typic Torrifluvents	Fine silty, smectitic, semiactive, calcareous, hyperthermic	SIL
P2	Hour	Gypsic Aquisalids	Fine, smectitic, semiactive, hyperthermic	SIC
P3	Basin	Typic Aquisalids	Fine silty, smectitic, superactive, hyperthermic	SICL
P4	Irrigation Levee	Typic Haplosalids	Fine, smectitic, active, hyperthermic	SIL
P5	Basin	Typic Haplosalids	Fine, smectitic, active, hyperthermic	SICL
P6	Basin	Typic Haplosalids	Fine silty, smectitic, active, hyperthermic	SICL
P7	River Levee	Typic Torrifluvents	Fine silty, smectitic, superactive, calcareous, hyperthermic	SIL
P8	Hour	Gypsic Aquisalids	Fine silty, smectitic, semiactive, hyperthermic	SCL
P9	Oxbo Lake	Typic Torrifluvents	Fine silty, smectitic, superactive, calcareous, hyperthermic	SICL
P10	Basin	Typic Haplosalids	Fine, mixed, subactive, hyperthermic	SIC

يوضح جدول 1 مواصفات وحدات الترب التي تضمنتها الدراسة، اذ يلاحظ تباينها الفيزيوغرافي والتصنيفي فضلا" عن اختلاف اصناف نسجة الافق السطحي.جرى اخذ نماذج ترابية مثارة Disturbed وغير مثارة Undisturbed للافق السطحي لبدونات الدراسة لغرض تقدير الصفات الكيميائية والفيزيائية

للترب والمبينة في الجدولين(2) و(3) والتي تم تقديرها حسب الطرائق الواردة في Black (5) و (6). قدرت منحنيات الوصف الرطوبي باستخدام جهاز صفيحة الضغط Pressure plate apparatus لنماذج ترب الأفق السطحي ثم حسبت كمية الماء الجاهز الممسوكة في التربة من خلال حساب الفرق في المحتوى الرطوبي للعينات عند الشدين 33 و 1500 كيلو باسكال .

جدول 2. بعض الصفات والخصائص الفيزيائية لتربة الافق السطحي لمواقع التجربة

SITE	CLAY (g.kg-1)	SILT (g.kg-1)	SAND (g.kg-1)	PORO.%	VOID R.	BULK DE. (gcm^{-3})	PARTICLE DE. (gcm^{-3})
P1	265	625	100	49.4	0.97	1.32	2.61
P2	450	450	100	49.9	0.98	1.24	2.46
P3	300	640	60	49.8	0.99	1.3	2.59
P4	300	640	60	42.5	0.74	1.34	2.33
P5	280	641	79	47.8	0.92	1.31	2.51
P6	400	526	74	44.2	0.79	1.45	2.6
P7	235	605	160	47	0.88	1.39	2.6
P8	250	150	600	49	0.96	1.17	2.3
P9	300	604	96	46	0.85	1.4	2.58
P10	470	518	12	39	0.64	1.56	2.55

جدول3. بعض الصفات الكيميائية لتربة الافق السطحي لمواقع التجربة

SITE	pH	EC (dsm^{-1})	CEC (cmole $^{+kg-2}$ soil)	ESP %	CaCO3($g.kg^{-1}$)	GYPSUM($g.kg^{-1}$)	OM($g.kg^{-1}$)	TOTAL Fe($g.kg^{-1}$)
P1	7.7	2.1	10.2	10	292	1	19	51.2
P2	7.77	64	15	52	216	251	17	31.7
P3	7.54	155	18.86	63	270	42	21	42.1
P4	6.8	268	10.64	64	212	78.6	19	38.1
P5	7.32	210	13.48	75	202	162	12	38.6
P6	7.01	210	18.26	75	245	30.4	11	41.6
P7	8.25	3.5	22.68	4	272	2.5	5	50.7
P8	7.24	200	9.56	75	74	593	9	7.8
P9	7.91	4.6	20.35	2.5	290	1.6	20	47.8
P10	7.98	135	8.48	71	242	109	10	42.5

استعملت مرئية فضائية للتابع 7 Landsat المتحسس ETM+ للمسار 167 والصف 37 والملتقطة بتاريخ 2009/1/21. جرى اسقاط الاحداثيات الجغرافية بنظام UTM من خلال جهاز تحديد المواقع GPS بشكل احداثيات X وY . استخلصت قيم شدة الانعكاسية بصيغة العدد الثنائي Digital Number لمواقع الدراسة والتي تمثلت في قيمة عنصر الصورة Pixel الذي يقع فيه الموقع، وقد تم استخدام برنامجي ArcGIS-9.1 (10) و ERDAS-9 (9) لهذا الغرض.

استخدم برنامج Minitab (13) في اجراء التحليل الاحصائي لارتباط البيان Multiple regression بين المتغيرات المستقلة Independent Variables والمتمثلة بالصفات الطيفية، في حين كانت المتغيرات المعتمدة Dependant

جدول4. معايير نسب الدلائل الطيفية المستخدمة في البحث.

المصدر	النسبة الطيفية للمتحسس +ETM	الرمز	اسم المعيار
15	B2+B3+B4	BIN	دليل السطوع Brightness Index
15	B4-B3 / B4+B3	VIN & NDVI	دليل الغطاء النباتي Vegetation Index
11& 15	B4 / B3	RIN,(SR),(SVIs)	دليل النسبة البسيطة Ratio Index(Simple Ratio)
4	$\sqrt[3]{(256-B1)\times(256-B2)\times(256-B3)}$	SI	دليل الظل Shadow Index
4	$\frac{(B5+B3)-(B1+B4)}{(B5+B3)+(B1+B4)}\times100+100$	BI	دليل التربة الجرداء Bare soil index
ملاحظة: تمثل B1 .....B5 في الجدول الحزم الطيفية للمتحسس +ETM			

Variables متمثلة بمعايير محتوى التربة المائي، استناداً لما ذكره Scott (16) ، ومن ثم جرى انتخاب الصفات الطيفية المرتبطة مع صفات المحتوى المائي للتربة ذات التأثير المهم، اذ ادخلت في نفس البرنامج لغرض بناء النماذج الاحصائية التي تفيد في التنبؤ عن هذه المعايير، ثم اجريت عملية التنبؤ للصفات المائية المدروسة في كل من مواقع الدراسة من خلال ادخال قيم الصفات الطيفية المؤثرة لكل من هذه المواقع في النموذج الاحصائي الذي تم التوصل اليه في الخطوة السابقة باستخدام برنامج 2007 Microsoft Excel. جرى بعد ذلك تقويماً للقيم المتنبأ بها الناتجة لمعرفة حالة التطابق بين قيم المعايير المتنبأ بها والمقاسة فعلا" لكل من الصفات المدروسة باستخدام نفس البرنامج السابق.

النتائج والمناقشة:

تبين الجداول 5 و6 و7 و8 نتائج العلاقات الاحصائية لمراحل الانحدار الخطي المتعدد بين الصفات الطيفية من جهة والمعايير الاربعة لمحتوى التربة المائي التي أهتمت بها هذه الدراسة، اذ يلاحظ فيها ارتفاع معاملات التحديد والتي يرمز لها بـ (R-Sq) مع انخفاض معاملات الاختلاف والتي يرمز لها بـ (S) مع تقدم مراحل عملية الانحدار عند ادخال الصفة الطيفية المتعلقة بكل مرحلة وصولا" الى المرحلة السابعة.

جدول5. قيم العلاقات الاحصائية للانحدار المتعدد التي تربط بين الصفات الطيفية والنسبة الحجمية للماء الجاهز

Response is Av.Wa.?v on 15 predictors, with N = 10

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	-9.1179	0.5437	72.1452	25.3190	-15.0715	-10.6793	-18.3323
RIN	22.1	19.7	26.9	69.9	97.9	84.3	90.0
T-Value	5.49	4.38	12.16	2.20	2.20	2.46	3.14
B1		-0.12	-3.74	-3.37	-2.69	-2.25	-1.95
T-Value		-1.09	-6.13	-5.32	-2.75	-2.93	-2.91
B3			2.39	4.85	6.19	8.66	11.90
T-Value			5.95	2.61	2.59	3.98	4.28
BIN				-0.96	-1.48	-2.31	-3.48
T-Value				-1.35	-1.61	-2.87	-3.43
B8					-0.38	-0.89	-0.94
T-Value					-0.91	-2.20	-2.80
VIN						164	307
T-Value						2.02	2.66
B5							-0.17
T-Value							-1.53
S	2.29	2.26	0.931	0.873	0.887	0.667	0.554
R-Sq	79.05	82.11	97.41	98.10	98.43	99.33	99.69

جدول6 . قيم العلاقات الاحصائية للانحدار المتعدد التي تربط بين الصفات الطيفية والنسبة الوزنية للماء الجاهز

Response is Y3 (Av.W % on 15 predictors, with N = 10

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	-5.568	-6.761	-67.004	-161.814	-186.629	-1139.672	-1089.859
RIN	15.5	15.1	21.7	103.8	111.7	41.0	38.3
T-Value	4.10	3.88	3.37	1.32	1.29	1.35	2.41
B6/2		0.0152	0.0314	0.0276	0.0282	0.0067	0.0104
T-Value		0.80	1.42	1.24	1.17	0.78	2.23
BI			0.57	0.76	0.99	12.79	12.17
T-Value			1.27	1.58	1.45	6.41	11.46
VIN				-225	-239	566	553
T-Value				-1.05	-1.02	3.65	6.82
B5					-0.09	-5.85	-5.40
T-Value					-0.52	-6.03	-10.23
B2						3.58	3.84
T-Value						5.95	11.79
B8							-0.48
T-Value							-3.00
S	2.15	2.20	2.11	2.09	2.26	0.731	0.381
R-Sq	67.78	70.50	76.75	80.93	82.14	98.60	99.75

جدول7 . قيم العلاقات الاحصائية للانحدار المتعدد التي تربط بين الصفات الطيفية ونسبة تشبع التربة بالماء.

F-to-Enter: 0.00 F-to-Remove: 0.00

Response is Y4 (Sat.% on 15 predictors, with N = 10

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	35.23	49.47	73.85	115.27	468.64	895.95	3214.77
B6/1	0.120	0.119	0.135	4.708	4.279	2.296	2.374
T-Value	2.09	2.14	2.30	2.21	2.42	2.36	45.62
B2		-0.30	-2.88	-7.91	-16.62	-25.96	-32.09
T-Value		-1.26	-1.03	-2.45	-3.07	-7.41	-120.76
B3			1.81	5.45	11.85	18.71	16.00
T-Value			0.92	2.37	3.00	7.30	99.83
B6/2				-4.286	-3.941	-2.233	-2.316
T-Value				-2.15	-2.39	-2.50	-48.61
BI					-3.108	-6.524	-6.960
T-Value					-1.84	-5.51	-107.85
B7						-0.956	-1.221
T-Value						-3.88	-79.01
SI							-9.03
T-Value							-32.45
S	6.36	6.14	6.20	4.90	4.03	1.89	0.101
R-Sq	35.23	47.19	53.77	75.95	87.00	97.84	100.00

جدول8 . قيم العلاقات الاحصائية للانحدار المتعدد التي تربط بين الصفات الطيفية ومحتوى الرطوبة الحقلي

Response is Y5 (Mois on 15 predictors, with N = 10

Step	1	2	3	4	5	6	7
Constant	-31.95	-32.66	-45.11	-243.44	-758.95	-832.94	-924.99
B2	1.01	2.38	3.36	-1.68	-7.16	-9.52	-8.53
T-Value	3.75	2.65	1.99	-0.56	-1.89	-2.60	-4.25
B8		-1.36	-2.18	-6.59	-8.02	-8.58	-9.47
T-Value		-1.59	-1.48	-2.53	-3.56	-4.28	-8.41
VIN			43	200	-928	-962	-1178
T-Value			0.70	2.07	-1.54	-1.82	-4.00
B1				11.0	18.7	21.9	21.9
T-Value				1.91	3.01	3.76	6.95
RIN					419	437	529
T-Value					1.88	2.25	4.82
B6/2						0.062	2.386
T-Value						1.50	2.95
B6/1							-2.49
T-Value							-2.87
S	6.98	6.40	6.64	5.53	4.50	3.93	2.12
R-Sq	63.70	73.30	75.31	85.76	92.45	95.69	99.16

بنـاءا" علـى ماتقـدم فـأن الصـفات الطيفيـة السـبعة ذات التـأثير المهـم الاكبـر والتـي اختارهـا البرنـامج الاحصـائي مـن بـين الصـفات الطيفيـة الاخـرى قـد تـم تبنيهـا فـي بنـاء النمـاذج الاحصـائية لاغـراض عمليـة التنبـؤ لكـل مــن المعــايير الاربعــة للمحتــوى المــائي المدروســة، ويوضــح الجــدول (9) هــذه الصــفات الطيفيــة المــؤثرة فــي كــل مــن المعــايير المدروســة والعلاقــات الاحصــائية المتعلقــة بهــا ودرجــة معنويتها.

جدول9. نتائج العلاقات الاحصائية لمراحل الانحدار الخطي المتعدد:

معامل الانحراف (المعياري) لكل المراحل S	معامل التحديد المعدل (لكل المراحل) % Adj.R^2	معامل التحديد (لكل المراحل) R^2 %	مراحل الانحدار المتعدد للاستجابة لصفات التربة الطيفية STEPWISE REGRISSOIN							معايير المحتوى المائي للتربة
			Step 7	Step 6	Step 5	Step 4	Step 3	Step 2	Step 1	
0.55	98.60	99.69	B5**	VIN**	B8*	BIN*	B3**	B1**	RIN**	النسبة الحجمية للماء الجاهز θv
0.38	98.90	99.75	B8*	B2	B5	VIN	BI**	B62**	RIN**	النسبة الوزنية للماء الجاهز θm
0.10	100.00	100.00	SI**	B7*	BI*	B62*	B3*	B2*	B61*	نسبة تشبع التربة بالماء θs
2.12	96.20	99.16	B61**	B62*	RIN (0.10)	BIN	VIN (0.10)	B8*	B2**	محتوى الرطوبة الحقلي %

(**) تأثير عالي المعنوية بأحتمال 0.01 . (*) تأثير عالي المعنوية بأحتمال 0.05 . (0.10) تأثير بأحتمالية 0.10 .

ان القيم العالية لارتباط معايير المحتوى المائي المدروسة مع المعطيات الاستشعارية قد جاء متماشيا" مع حقيقة تأثر الصفات الطيفية بصفات وحالة التربة ذات العلاقة المباشرة في التأثير على هذه المعايير كالنسجة والكثافتين الظاهرية والحقيقية والمسامية، اذ تؤيد النتائج التي توصل اليها عباس (1) في نفس مواقع الدراسة ذلك، حيث ان كل من النسجة والكثافتين الظاهرية والحقيقية والمسامية قد ارتبطت بعلاقات احصائية مهمة مع الصفات الطيفية وبقيم معاملات تحديد عالية.

النسبة الحجمية للماء الجاهز θv

بينت نتائج تحليل الانحدار المتعدد وجود علاقة مهمة تربط النسبة الحجم

،B8،VINعند احتمال 0.05.

وتوضح المعادلة (1) الصيغة الرياضية لأفضل علاقة بين النسبة الحجمية

$$Available\ Water\ (\theta v) = -18.3 + 90.0RIN - 1.95B1 + 11.9B3 - 3.48BIN - 0.941B8 + 307VIN - 0.175\ B5 \quad ....\ (1)$$

النسبة الوزنية للماء الجاهز θm

تشير نتائج التحليل الاحصائي الى وجود علاقة مهمة بين قيم النسبة الوزنية للماء الجاهز في التربة وصفات التربة الطيفية ، اذ وصل معامل تحديد قيمته الى 99.75%. ويلاحظ من العلاقة وجود تأثير لكل من الحزم الطيفية RIN و B62 و BI على هذه العلاقة بمستوى معنوية ($P < 0.01$) و B8 بمستوى معنوية ($P < 0.05$) ، في حين اسهمت الصفات VIN و B5 و B2 في رفع معامل تحديد هذه العلاقة (بالرغم من ان معنويتها لم ترتق لمستوى $P < 0.05$) ، كما ان ادخال تأثيراتها مع تأثيرات الصفات الاربع السابقة قد رفع مجمل العلاقة الى المعنوية العالية $P < 0.01$ ، فضلاً عن رفع معامل تحديد العلاقة وخفض انحرافها المعياري.

وتشير المعادلة (2) الى الصيغة الرياضية للعلاقة الاحصائية التي تربط بين

$$Available\ Water\ (\theta m) = -1090 + 38.3\ RIN + 0.0104\ B62 + 12.2\ BI + 553\ VIN - 5.40\ B5 + 3.84\ B2 - 0.484\ B8 \quad ....\ (2)$$

نسبة تشبع التربة بالماء (SP)

بين النتائج الاحصائية امكانية بناء معادلة للانحدار المتعدد تربط علاقة الصفات الطيفية للتربة مع قيم نسبة تشبعها بالماء ، اذ اشارت النتائج الى وجود علاقة بين الحزم الطيفية B61 و B2 و B3 و B62 و BI و B7 و SI وقيم نسبة تشبع التربة بالماء.

توضح الصيغة الرياضية الموضحة في المعادلة (3) شكل هذه العلاقة اذ و

$$SP = 3215 + 2.37\ B61 - 32.1\ B2 + 16.0\ B3 - 2.32\ B62 - 6.96\ BI - 1.22\ B7 - 9.03\ SI \quad ....\ (3)$$

محتوى الرطوبة الحقلي

بينت النتائج ارتباط كل من الصفات الطيفية B2 و B8 و VIN و [illegible] محتوى الرطوبة الاني التربة السطحية في اختلافات انعكاسيتها ضمن الاجزاء المرئية وكذلك تحت الاحمر القريب NIR من الطيف.

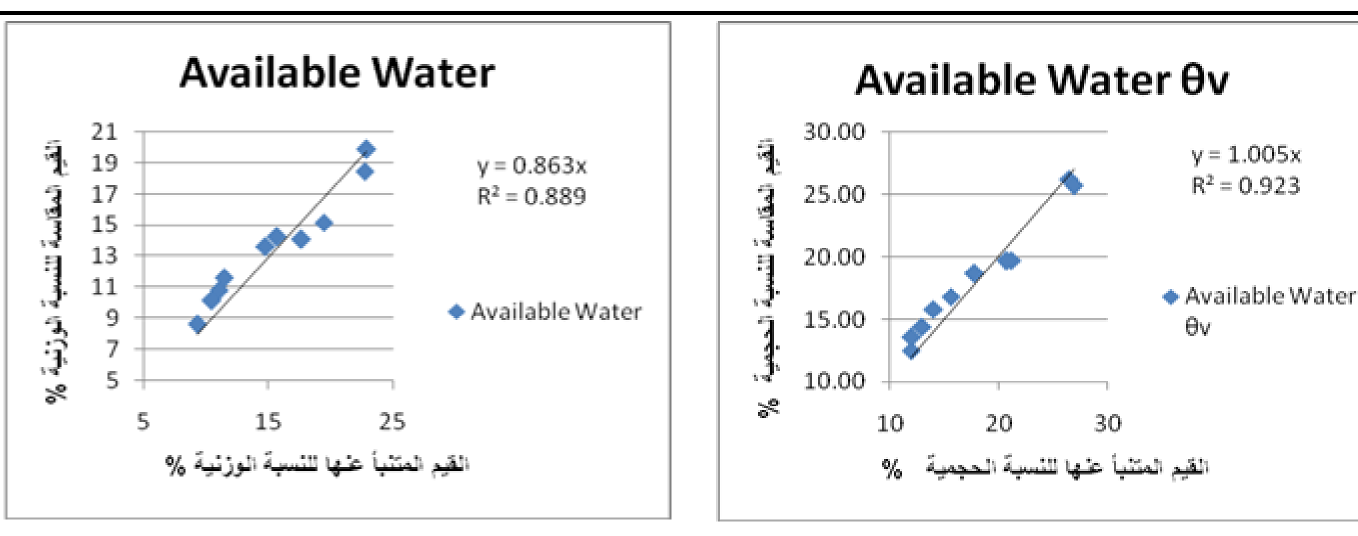
توضح المعادلة (4) علاقة الانحدار المتعدد لتأثير

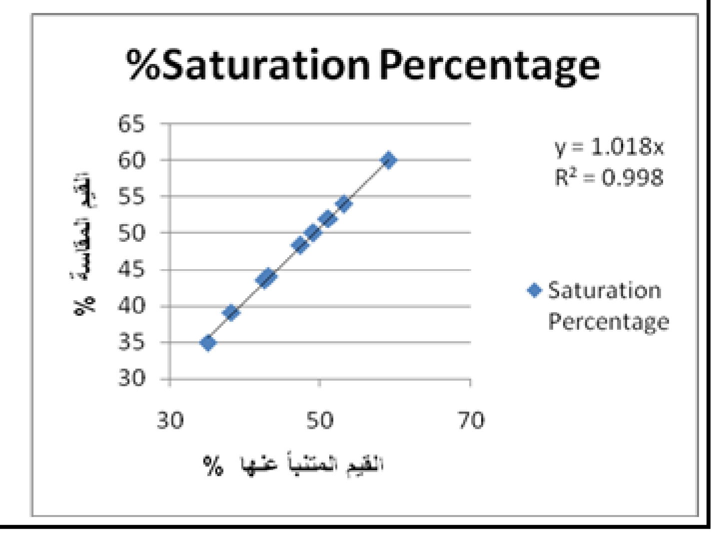
:

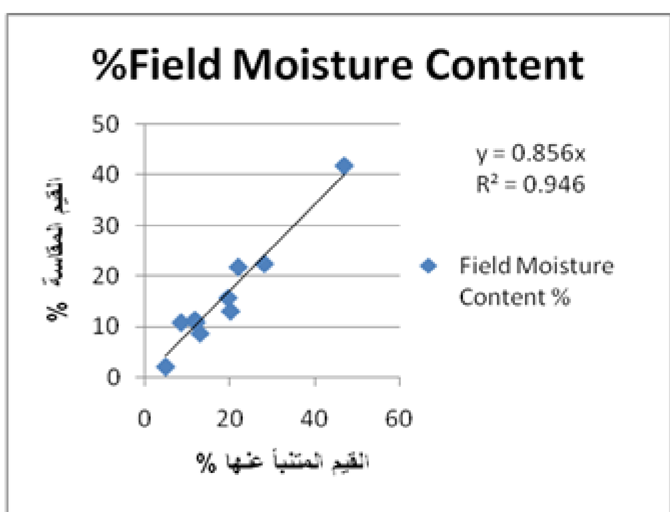
$$\%Field\ Moisture\ Content = -925 - 8.53B2 - 9.47B8 - 1178VIN + 21.9B1 + 529RIN + 2.39\ B62 - 2.49B61 \quad ....\ (4)$$

امكانيــة التنبــؤ عــن معــايير المحتــوى المــائي للتربــة بأستخدام تقانات الاستشعار عن بعد.

يبين شكل 2 الرسوم البيانية والمدلولات الاحصائية لعلاقات التطابق بين القيم المتنبأ بها والمقاسة لكل من المعايير الاربعة لمحتوى التربة المائي التي اهتمت بها الدراسة، اذ تؤشر قيم معاملات التحديد العالية لهذه العلاقات ان هناك تطابقا" عاليا" بين القيم المتنبأ بها من خلال تطبيق النماذج الاحصائية التي توصلت اليها الدراسة مع القيم التي قيست فعلا. لقد كانت قيمتي معاملات التحديد لتطابق العلاقة الخطية التي تربط القيم المتنبأ عنها والمقاسة للنسبة الحجمية والوزنية للماء الجاهز 0.92 و 0.88 لكل منهما على الترتيب. اما بالنسبة الى قيمتي معاملات التحديد لتطابق نسبة التشبع ومحتوى الرطوبة الحقلي فقد كانت 0.99 و 0.94 لكل منهما على الترتيب، وبذلك فأن هذه النتائج تؤشر ان هناك امكانية في تبني تقانات الاستشعار عن بعد في التنبؤ عن كل من معايير النسبة الحجمية للماء الجاهز والنسبة الوزنية للماء الجاهز ونسبة التشبع ومحتوى الرطوبة الحقلي في مواقع ترب الدراسة.







شكل2 . المدلولات الاحصائية لعلاقات التطابق بين القيم المنتبأ بها والمقاسة لكل من معايير النسبة الحجمية للماء الجاهز والنسبة الوزنية للماء الجاهز ونسبة التشبع ومحتوى الرطوبة الحقلي في ترب منطقةالدراسة.

المصادر :

1. عباس، اياد حميد. 2010. توصيف وتصنيف وحدات ترب مشروع شمال الكوت والتنبؤ عن بعض الصفات الفيزيائية باستعمال نظام المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد. أطروحة دكتوراه. قسم علوم التربة والمياه. كلية الزراعة. جامعة بغداد. ص 94-100.

2. Alavi, S.K. and R. Gossens. 2000. Contribution of Soil Salinity to the Surface Reflectance Recorded by Landsat MSS and TM Sensors .Proceedings of EARSeL Workshop on Remote Sensing for Developing Countries, Ghent University, Ghent, Belgium.

3. Al-Mahawili, S. M. H. 1983. Satellite Image Interpretation and Laboratory Spectral Reflectance Measurements of Saline and Gypsiferous soils of West Baghdad, Iraq. MSc. Thesis. Purdue Uni. USA.

4. Baynes, J. 2004. Assessing Forest Canopy Density in a Highly Variable Land Scape Using Landsat Data and FCD Mapper Software. Australian Forestry. 67:247-253.

5. Black, C.A. 1965a.Methods of Soil Analysis. Part 1 Physical Properties. Am. Soc.Agron. Madison. Wisconsin, USA.

6. Black, C.A. 1965b.Methods of Soil Analysis. Part 2 Chemical Properties. Am. Soc.Agron. Madison. Wisconsin, USA.

7. Bedidi, A., B. cervelle, J. Madeira, and M. pouget. 1992. Moisture Effects on Visible Spectral Characteristics of Lateritic Soils. Soil Sci.153:129-141.

8. Bindlish, R., T. Jackson, E. Wood, H. Gao, P. Starks, D.Bosch, V. Lakshmi. 2003. Resoil Moisture Estimates from Trim Microwave Imager Observations Over the Southern United States. Remote Sensing of Environment. 85:507-515

9.ERDAS Imagine, 2005, Leica Geosytems Geospatial Imaging LLC, Atlanta, USA..

10. ESRI. 2005, ArcGIS, Version 9.1, USA.

11. Leblon, B. 2009.Soil and Vegetation Optical Properties. Applications in Remote Sensing. Remote Sensing and GIS laboratory, Uni. Of New Brunswick, Canada. RSCC (Internet site).

12 Lobell, D.B., and G.P. Asner. 2002. Moisture Effects on Soil Reflectance. Soil Sci. Soc. Am. J. 66:722–727.

13. Minitab. 1996. Available Statistical Program. Minitab Inc. (*http://www.minitab.com*).

14. Muller, E. and H. Decamps 2001. Modeling Soil Moisture-Reflectance. Remote Sensing of Environment. 76:173-180.

15. Patrick, A., Agbu D. J. Fehrenbacher and I. J. Jansen. 1990. Soil Property Relationships With Spot Satellite Digital Data in East Central Illinois. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:807-811.

16. Scott, L. 2009. An Introduction to Using Regression Analysis With Spatial Data. Arc User, Magazine for ESRI Software Users. Spring, pages 40-43.

17. Slaughter, D., M. G. Pelletier and S. K. Upadhyaya. 2001. Sensing Soil Moisture Using NIR Spectroscopy. Am. Soc. Agricultural Engineering. 17:241-247.

18. Starks, P. T. & Jackson .2003. Inferring Root Zone Soil Water Content by Assimilating Remotely Sensed Data into a Soil Water Model.1st Interagency Conference on Research in the Water Sheds .p:522-527.

19. Weidong, L., F. Baret, Gu Xingfa, Tong Qingxi, Zheng Lanfen and Zhang Bing. 2002. Relating Soil Surface Moisture to Reflectance. Remote Sensing of Environment. 81, p: 238-246.